

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-45651

(43) 公開日 平成6年(1994)2月18日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 33/00		E 8934-4M		
21/28	3 0 1 B	9055-4M		

審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平5-55936	(71) 出願人	000001889 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(22) 出願日	平成5年(1993)3月16日	(72) 発明者	太田 潔 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平4-130899	(72) 発明者	古賀 和幸 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
(32) 優先日	平4(1992)5月22日	(72) 発明者	國里 竜也 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 西野 卓嗣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 n型S i C用電極とその形成方法

(57) 【要約】

【目的】 炭化ケイ素発光ダイオード素子の高輝度化を実現できるn型S i C用オーミック電極とその形成方法を提供することを目的とする。

【構成】 n型S i C基板1上に、高反射率金属 (A g) 高含有層7と、N i高含有層8をこの順序で構成したオーミック電極9を形成した。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型SiC上に形成されたNiと高反射率金属からなる電極を備え、該電極は前記n型SiC側に高反射率金属を高含有することを特徴とするn型SiC用電極。

【請求項2】 前記高反射率金属は、Ag、Al、Zn、又はMgの中から少なくとも1つ選択された金属からなることを特徴とする請求項1記載のn型SiC用電極。

【請求項3】 n型SiC上に高反射率金属層とNi層をこの順序に形成する工程と、前記工程後に熱処理を行う工程と、からなることを特徴とするn型SiC用電極の形成方法。

【請求項4】 前記高反射率金属層は、Ag、Al、Zn、又はMgの中から少なくとも1つ選択された金属からなることを特徴とする請求項3記載のn型SiC用電極の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はn型SiC（炭化ケイ素）用電極とその形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 現在、炭化ケイ素発光ダイオード素子は活発に研究開発されている。

【0003】 図6は従来の発光ダイオード装置の断面図である。図中において、20は発光ダイオード素子を示し、21はn型SiC基板、22は基板21の一主面上に形成されたn型SiCエピタキシャル層、23はこのn型SiCエピタキシャル層22上に形成されたp型SiCエピタキシャル層、26は該p型SiCエピタキシャル層23上に1000Å厚のチタン（Ti）層24と5000Å厚のアルミニウム（Al）層25とがこの順序に形成、熱処理されてなるp型側Al-Tiオーミック電極、29は基板21の他の主面上に2000Å厚のニッケル（Ni）層27と3000Å厚の金（Au）層28とがこの順序に形成、熱処理されてなるn型側Au-Niオーミック電極である。

【0004】 30は反射部30aと発光ダイオード素子20を載置する載置部30bが設けられた導電性のカップで、載置部30bには図示しない銀ペースト等の導電性接着剤を介して発光ダイオード素子20がn型側電極29側で載置固定（ダイボンド）されている。また、p型側電極26は図示しないリード線とワイヤーボンド接続されている。

【0005】 斯る発光ダイオード素子20では、そのn型SiCエピタキシャル層22にドナーと共にアクセプターが添加され、斯るn型SiCエピタキシャル層22が発光層となり、そのドナー-アクセプタ対等によって例えば主波長400～500nmの青色光が得られる。尚、図中矢印は光の進行方向を示すものである。

【0006】 従来の他のSiC発光ダイオード装置としては、例えば雑誌「エレクトロニクス」の1991年3月号第58頁～第62頁に記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上述のような構造の発光素子では、n型側電極29を構成する材料であるAuは波長400～500nm程度の光に対する反射率が36～42%程度であり、またNiもこの波長領域の反射率が50～60%程度と小さく、そしてこの両材料は前記波長領域の光吸収率が大きい。従って、n型SiC層22で発光し、出射された光は、n型側Au-Ni電極26で吸収され且つ反射も十分でないため、光の取り出し効率が低く、発光素子の高輝度化が困難であった。

【0008】 また、上記n型側Au-Ni電極やNi単層構造の電極の場合、オーミック接触させるための熱処理時に、ボールアップ現象や酸化による電極の劣化等の問題があった。

【0009】 本発明は上述の問題点を鑑み成されたものであり、炭化ケイ素発光ダイオード素子の高輝度化を可能にするn型SiC用電極とその形成方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明のn型SiC用電極は、n型SiC上に形成されたNiと高反射率金属からなる電極を備え、該電極は前記n型SiC側に高反射率金属を高含有することを特徴とする。特に、前記高反射率金属は、Ag、Al、Zn、又はMgの中から少なくとも1つ選択された金属からなることを特徴とする。

【0011】 本発明のn型SiC用電極の形成方法は、n型SiC上に高反射率金属層とNi層をこの順序に形成する工程と、前記工程後に熱処理を行う工程と、からなることを特徴とし、特に、前記高反射率金属層は、Ag、Al、Zn、又はMgの中から少なくとも1つ選択された金属からなることを特徴とする。

【0012】

【作用】 n型SiCのオーミック金属であるNiと、n型SiC側に多く含有してなる高反射率を有する金属（高反射率金属）からなるn型SiC用電極では、この高反射率金属により十分に光が反射されて炭化ケイ素発光ダイオード素子の高輝度化が図れると共に良好なオーミック特性が得られる。

【0013】 特に、この高反射率を有する金属が、Ag、Al、Zn、又はMgの中から少なくとも1つ選択された金属からなる場合には、波長450～500nmの光に対して、Ag、Al、Zn、Mgの反射率は夫々92～98%、87～92%、79～98%、70%程度であるので、青色発光ダイオード素子の高輝度化が顕著になる。更に、波長350～900nmの光に対してもAg、Al、Znの反射率は夫々90%以上、80%以上、79%以上の反射率を有するので、この波長領域

3

の光を発光する発光ダイオード素子の高輝度化も顕著となる。

【0014】

【実施例】本発明のn型SiC用電極を青色発光ダイオード素子に用いた場合の第1実施例について図1を用いて説明する。

【0015】図中、1はn型SiC単結晶基板、2はこの基板1上に形成されたn型SiCエピタキシャル層、3はn型SiCエピタキシャル層2上に形成されたp型SiCエピタキシャル層である。

【0016】6はp型SiCエピタキシャル層3上に形成された従来周知のp型側Al-Tiオーミック電極である。

【0017】9はn型SiC基板1の下面上の一部に形成されたニッケル(Ni)とこの素子が発光する光に対して高反射率を有する金属(高反射率金属)である銀(Ag)とからなるn型側Ni-Agオーミック電極であって、このn型SiC基板1下面近傍にAgを多く含有した層(高反射率金属高含有層)7と表面側にNiを多く含有した層(Ni高含有層)8とから構成されている。

【0018】斯る青色発光ダイオード素子の製造方法を図2を用いて説明する。

【0019】まず、図2(a)に示すように、n型SiC単結晶基板1の一主面上に液相エピタキシャル法(LP法)又は化学気相成長法(CVD法)等を用いて、n型SiCエピタキシャル層2、p型SiCエピタキシャル層3を形成する。

【0020】次に、図2(b)に示すように、前記p型SiCエピタキシャル層3上に図示しないマスクを介して、例えば層厚1000ÅのTi層4と例えば層厚5000ÅのAl層5をこの順序に電子ビーム蒸着法等で形成する。

【0021】続いて、図2(c)に示すように、n型SiC基板1の他の主面上に図示しないマスクを介して、例えば層厚1000ÅのAg層7aと例えば層厚4000ÅのNi層8aをこの順序に電子ビーム蒸着法等で形成する。

【0022】その後、例えばArガス中又は真空中、1000℃以上、好ましくは1000℃~1200℃、より望ましくは1000~1100℃で5分間~10分間程度熱処理を行うことにより、前記Ti層4とAl層5をp型側Al-Tiオーミック電極6にすると共にAg層7aとNi層8aをn型側Ni-Agオーミック電極9とした後、図1に示すように基板1をダイシング技術によって切断して青色発光する炭化ケイ素発光ダイオード素子を形成する。尚、NiとAgは960℃程度で反応し、1000℃程度でNiがn型SiCと反応することによりn型側オーミック電極9が形成されるのである。

4

【0023】斯る温度で熱処理されると、Ag層7a中に含有されるNi量がAg量の約0.1%程度であり、n型側オーミック電極9の高反射率金属高含有層7の反射率は略Agの反射率(ここで、Agの反射率は350~900nmの光に対して90%以上であり、波長450~500nmの光に対して92~98%)となる。

【0024】従って、光取り出しがp型SiCエピタキシャル層3側の場合は、n型SiCエピタキシャル層2で発光した光の一部が高反射率なn型オーミック電極9に反射されるので、従来より多くの光がp型SiCエピタキシャル層3側から外部に出射される。

【0025】また、光取り出しがn型SiC基板1側の場合も、発光が高反射率なn型オーミック電極9に反射され、更にp型SiCエピタキシャル層3の露出した側の面で反射されるので、従来より多くの光がn型SiC基板1側から外部に出射される。

【0026】従って、青色炭化ケイ素発光ダイオード素子の輝度が従来に比べて約40%程度増加した。勿論、上記構造のn型側オーミック電極を用いれば、350~900nmの発光を行う炭化ケイ素発光ダイオード素子の輝度の増加が図れる。

【0027】特に、このn型側Ni-Agオーミック電極は、高反射率が維持できる組成比範囲が広いので、製造が非常に容易である。

【0028】次に、第2実施例について上記図1を援用して説明する。尚、第1実施例と異なる点は、n型側オーミック電極9の高反射率を有する金属として第1実施例で用いたAgに代えてアルミニウム(Al)を用いた点であり、同一符号を付したこの部分の説明のみを以下に記載する。

【0029】図中、9はn型SiC基板1の下面上の一部に形成されたニッケル(Ni)とこの素子が発光する光に対する高反射率金属であるAlとからなるn型側Ni-Alオーミック電極であって、このn型SiC基板1下面近傍にAlを多く含有した層(高反射率金属高含有層)7と表面側にNiを多く含有した層(Ni高含有層)8とから構成されている。

【0030】Alも波長450~500nmの光に対して87~92%の高反射率を有するので、本実施例の青色発光ダイオード素子の輝度増加は従来に比べて約30%程度であった。また、波長350~900nmの光に対して80%以上の高反射率を有するので、この波長領域の発光を行う炭化ケイ素発光素子の高輝度化も行える。

【0031】斯る発光ダイオード素子は前記図2の説明においてAg層7aに代えてAl層を用いて同様の順序で形成できる。ここで、Al層の層厚は、望ましくは1000Å以上、例えば4000Å、Ni層8は例えば4000Åであり、熱処理雰囲気は第1実施例と同じである。

【0032】この場合も、AlとNiが600℃程度の温度で固相反応をし、更に1000℃以上、好ましくは1000～1200℃、より望ましくは1000～1100℃で5分間～10分間程度熱処理によりオーミック電極となる。この温度での熱処理ではAl層中に含有されるNi量も、Al量の約0.1%程度であることから、このn型側オーミック電極9の高反射率金属高含有層7の反射率は略Alの反射率となる。

【0033】次に、第3実施例について同様に上記図1を援用して説明する。尚、第1実施例と異なる点は、n型側オーミック電極9の高反射率を有する金属として第1実施例で用いたAgに代えて亜鉛(Zn)を用いた点であり、同一符号を付したこの部分の説明のみを以下に記載する。

【0034】図中、9はn型SiC基板1の下面上の一部に形成されたNiとこの素子が発光する光に対する高反射率金属であるZnとからなるn型側Ni-Znオーミック電極であって、このn型SiC基板1下面近傍にZnを多く含有した層(高反射率金属高含有層)7と表面側にNiを多く含有した層(Ni高含有層)8とから構成されている。

【0035】Znは波長450～500nmの光に対して79～98%の高反射率を有するので、本実施例の青色発光ダイオード素子の輝度増加は従来に比べて約20%程度であった。また、波長350～900nmの光に対しても79%以上の高反射率を有するので、同様にこの波長領域の発光を行う炭化ケイ素発光素子の高輝度化が行える。

【0036】斯る発光ダイオード素子も図2の説明においてAg層7aに代えてZn層を用いて同様の順序で形成できる。ここで、Zn層の層厚は、望ましくは1000Å以上、例えば4000Å、Ni層8は例えば4000Åであり、熱処理雰囲気は第1実施例と同じである。

【0037】この場合も、ZnとNiが800℃程度で固相反応をし、更に1000℃以上、好ましくは1000～1200℃、より望ましくは1000～1100℃で5分間～10分間程度の熱処理によりオーミック電極となる。この温度での熱処理ではZn層中に含有されるNi量は、Zn量の約0.1%程度であることから、このn型オーミック電極の基板側での反射率は略Znの反射率となる。

【0038】次に、第4実施例について上記図1を援用して同様に説明する。尚、第1実施例と異なる点は、n型側オーミック電極9の高反射率を有する金属として第1実施例で用いたAgに代えてマグネシウム(Mg)を用いた点であり、同一符号を付したこの部分の説明のみを以下に記載する。

【0039】図中、9はn型SiC基板1の下面上の一部に形成されたNiとこの素子が発光する光に対する高反射率金属であるMgとからなるn型側Ni-Mgオー

ミック電極であって、このn型SiC基板1下面近傍にMgを多く含有した層(高反射率金属高含有層)7と表面側にNiを多く含有した層(Ni高含有層)8とから構成されている。

【0040】Znは波長450～500nmの光に対して約70%の高反射率を有するので、本実施例の青色発光ダイオード素子は従来に比べて高輝度であった。

【0041】斯る発光ダイオード素子も図2中のAg層7aに代えてMg層を用いて同様の順序で形成できる。ここで、Mg層の層厚は、望ましくは1000Å以上、例えば4000Å、Ni層8は例えば4000Åであり、熱処理雰囲気は第1実施例と同じである。

【0042】この場合も、MgとNiが800℃程度の温度で固相反応をし、更に1000℃以上、好ましくは1000～1200℃、より望ましくは1000～1100℃でオーミック電極となる。この温度での熱処理ではMg層中に含有されるNi量は、Mg量の約0.1%程度であることから、このn型オーミック電極の高反射率金属高含有層での反射率は略Mgの反射率となる。

【0043】尚、炭化ケイ素発光ダイオード素子の電極位置は、図1に限らず、図3に示すようなものでもよく適宜変更可能である。また、図4また図5に示すように従来例と同様に反射部30aと発光ダイオード素子を載置する載置部30bが設けられた導電性のカップ30内に載置固定する様にしても勿論効果がある。尚、図4及び図5中の矢印は光の進行方向を示す。

【0044】上述のように、n型SiC表面側に発光波長に対して反射率の高い金属から主に形成されてなる層を介していると、炭化ケイ素発光ダイオードの高輝度化が行える。特に、Ag、Al、Zn、又はMgの場合、波長450～500nmの光に対して高反射率なので、青色発光ダイオード素子で効果がある。特にAg、Al、又はZnの場合に青色発光ダイオード素子で顕著な効果があり、またこの場合は波長350～900nmの光に対しても高反射率なので、青色発光以外の色を発光するダイオード素子でも効果がある。

【0045】また、上述の電極形成方法のように、n型SiC上に高反射率金属層、Ni層をこの順序で形成、熱処理してn型側オーミック電極を形成すると、発光ダイオード素子の高輝度化が行える他、n型側Au-Ni電極やNi単層構造の電極の場合のように、オーミック接触させるための熱処理によるボールアップ現象や酸化による電極の劣化等の問題が殆ど発生しない。

【0046】本発明のn型SiC用電極は上記実施例に限らず、例えばp型SiC層が発光層となる発光ダイオード素子でもよく、またn型SiC層上に形成してもよく、種々の構造の炭化ケイ素発光ダイオード素子に用いることができる。

【0047】更に、本発明のn型SiC用電極を形成するn型SiCとしては、6H型を始め種々の結晶多形の

ものが可能である。

【0048】

【発明の効果】本発明のn型SiC用電極は、n型SiC側に高反射率金属を多く含有するので、発光する波長の光を殆ど吸収することなく高反射率で反射する。従って、炭化ケイ素発光ダイオード素子の高輝度化が行える。また、n型SiCのオーミック金属であるNiを有するので、良好なオーミック特性も得られる。特に前記高反射率金属が、Ag、Al、Zn、又はMgの中から少なくとも1つ選択された金属からなる場合、青色発光ダイオード素子の高輝度化が顕著に行える。

【0049】また、本発明のn型SiC用電極の形成方法は、斯るn型SiC用電極を容易に形成できる。特に高反射率金属層が、Ag、Al、Zn、又はMgの中から少なくとも1つ選択された金属からなる場合、オーミック接触させるための熱処理によるボールアップ現象や酸化による電極の劣化等を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るn型SiC用電極を用

いた炭化ケイ素ダイオード素子の断面図である。

【図2】上記実施例に係るn型SiC用電極を用いた炭化ケイ素ダイオード素子の製造工程を示す断面図である。

【図3】他の実施例に係る炭化ケイ素ダイオード素子の断面図である。

【図4】更に他の実施例に係る炭化ケイ素ダイオード装置の断面図である。

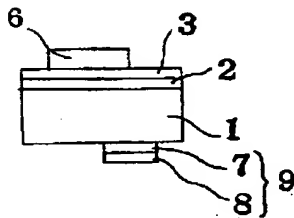
【図5】他の実施例に係る炭化ケイ素ダイオード装置の断面図である。

【図6】従来例のn型SiC用電極を用いた炭化ケイ素ダイオード装置の断面図である。

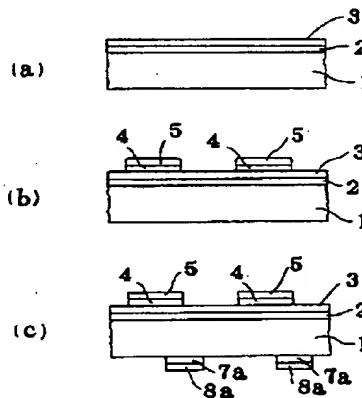
【符号の説明】

- 1 n型SiC基板
- 7 高反射率金属高含有層
- 7a 高反射率金属層
- 8a Ni層
- 8 Ni高含有層
- 9 n型SiC用オーミック電極

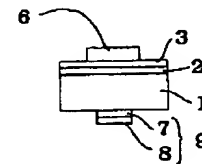
【図1】



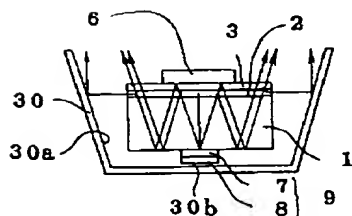
【図2】



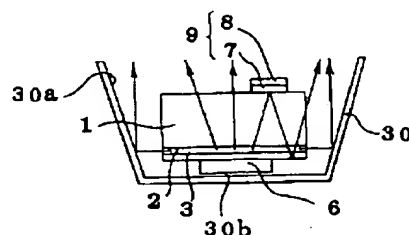
【図3】



【図4】



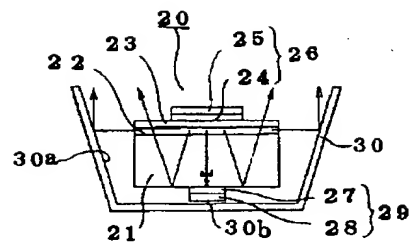
【図5】



(6)

特開平6-45651

【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 順子
大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋
電機株式会社内